

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : (Laid open) 01-196924

pub. No. 6-1908

(43)Date of publication of application : 08.08.1989

(51)Int.Cl.

H04B 3/10

H04B 3/06

(21)Application number : 63-021203

(71)Applicant : YUUSEISHIYOU TSUSHIN SOGO
KENKYUSHO

(22)Date of filing : 02.02.1988

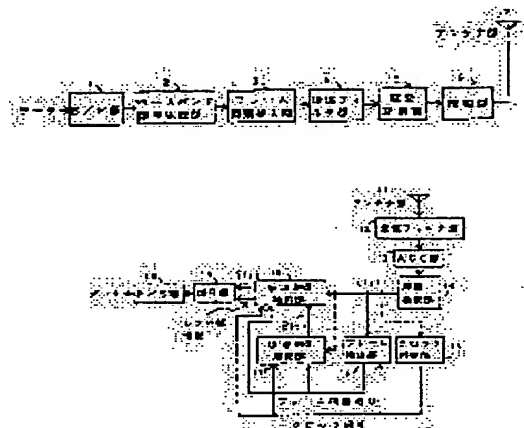
(72)Inventor : SANPEI MASAICHI

(54) COMPENSATION SYSTEM FOR DISTORTION IN TRANSMISSION LINE

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the utilizing efficiency of a frequency by detecting a distortion of a frame symbol through the transmission line, interpolating the time series of the said distortion, estimating the other distortion in the transmission line and compensating the distortion in a received base band signal.

CONSTITUTION: A transmission section sends a known symbol once for each N-set of information symbols (N is a natural number) for the use with measuring transmission line distortion. A frame detection section 16 of a reception section detects the timing of a frame symbol and a transmission line estimate section 17 estimates the transmission line distortion from a received base band signal in the frame timing. Then an estimate $C(t)$ of the transmission line distortion obtained in this way is transferred to a transmission line distortion compensation section 18, where the value is used to compensate the transmission line distortion with respect to an input $u(t)$. Then the base band signal $s(t)$ whose transmission line distortion is compensated and threshold level information are transferred to a decoding section 19, a transmission symbol is reproduced to reproduce the k-bit information included in the symbol. The information is converted into serial information by a parallel/serial conversion section 20 and outputted as the reproduced data. Thus, the utilizing efficiency of the frequency is attained.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

16. 7. 0. 19. 4 2

(19)日本国特許庁 (J P) (12) 特 許 公 報 (B 2) (11)特許出願公告番号
特公平6-1908

(24) (44)公告日 平成6年(1994)1月5日

(51)Int.Cl.⁵ 識別記号 庁内整理番号 F I 技術表示箇所
H 0 4 B 3/10 C 8226-5K

請求項の数1(全 5 頁)

(21)出願番号	特願昭63-21203	(71)出願人	999999999 郵政省通信総合研究所長 東京都小金井市貫井北町4丁目2-1
(22)出願日	昭和63年(1988)2月2日	(72)発明者	三瓶 政一 東京都昭島市玉川町5-11-10
(65)公開番号	特開平1-196924		
(43)公開日	平成1年(1989)8月8日	審査官	梅沢 俊

(54)【発明の名称】 伝送路歪補償方式

【特許請求の範囲】
【請求項1】多値直交振幅変調方式において、シリアル／パラレル変換部、ベースバンド信号生成部、送信フィルタ部、直交変調部、増幅部、アンテナ部を持つ通常の送信部に、情報シンボルN個毎（Nは自然数）に既知のシンボルを1個挿入するフレーム同期挿入部を付加し、受信部においては、アンテナ部、受信フィルタ部、AGC部、同期検波部、クロック再生部、復号部、パラレル／シリアル変換部を持つ通常の受信部に、送信時に挿入したフレーム信号のタイミングを検出するフレーム検出部、フレームシンボルが既知という性質を利用して、フレームシンボルにおける伝送路歪を検出し、検出された歪の時系列を内挿することにより、フレームシンボル以外のシンボルにおける伝送路歪を推定する伝送路歪推定部及び伝送路歪推定部において推定された伝送路歪の情

報を用いて受信ベースバンド信号の歪を補償し、復号部においてデータの判定の際必要となるしきい値情報を推定する伝送路歪補償部を付加することにより、多値直交振幅変調方式における伝送路歪を補償することを特徴とする、伝送路歪補償方式。

【発明の詳細な説明】

(1) 産業上の利用分野

本発明は、伝送路が激しく変動するフェージング回線において多値直交振幅変調方式を適用する場合の伝送路歪補償方式に関するものである。

(2) 従来の技術

ディジタル無線回線、特に陸上移動通信回線においては、フェージングの影響により、受信波の包絡線や位相が変動する。

従来、このような回線においては、包絡線が20dB以上変

動することを考慮し、包絡線に情報を含まない周波数変調あるいは位相変調方式が採用されていた。

しかし、周波数の利用効率を更に高めるには、振幅にも情報を含める多値直交振幅変調方式を適用する必要がある。

多値直交振幅変調方式は、従来、マイクロ波回線のように、伝送路変動の非常に緩やかな伝送路で利用されている変調方式である。またその場合の伝送路歪の補償は、包絡線歪はAGC (Automatic Gain Controller) によって、また位相変動はPLL (Phase-Locked Loop) で位相変動を再生し、検波することによって行ってきた。

(3) 発明が解決しようとする課題

以上の方法は、伝送路変動が緩やかな固定マイクロ回線においては、有効な方法であった。しかし、陸上移動通信回線のように、伝送路変動が非常に激しい回線の場合、次のような問題が発生する。

- 1) 包絡線変動が非常に激しいので、AGCによって包絡線歪を完全に補償することができない。
 - 2) 包絡線歪を完全に補償できない部分では、データ判定のためのしきい値が適正に設定できない。
 - 3) 位相変動も激しいので、PLLによって、フェージングの位相歪を完全に補償することができない。
- 従って、多値直交振幅変調方式を伝送路変動の激しい通信回線に適用するためには、以上の点をすべて解決する新たな伝送路歪補償方式が必要となる。

(4) 課題を解決するための手段

伝送路変動が激しい通信回線で伝送路歪を補償する場合、伝送路変動を予測または測定しながら補償する必要がある。

本発明では、伝送路歪補償のため、送受信部を、次のような構成とする。

- 1) 送信部では、伝送路歪測定用として、情報シンボルN個毎 (Nは自然数) に1回、既知のシンボルを送信する。従って伝送帯域は同じ情報量を伝送する場合、従来の方式と比べると (N+1)/N倍となる。フレームシンボルを挿入した場合のフレーム構成を第1図に示す。
- 2) 受信部では、まずフレームシンボルを検出する。
- 3) フレームシンボルは既知信号なので、それを用いて、

$$x(t) = a_I(t) \cos(\omega t) - a_Q(t) \sin(\omega t) \quad (1)$$

ここで、

$a_I(t)$: 送信ベースバンド信号の同相成分

$a_Q(t)$: 送信ベースバンド信号の直交成分

ω : 送信角周波数

である。ここで、 $a_I(t)$ 、 $a_Q(t)$ は、送信フィルタ部(4)によって帯域制限された波形である。

$$y(t) = r(t) s_I(t) \cos(\omega t + \theta(t)) - r(t) s_Q(t) \sin(\omega t + \theta(t)) \quad (2)$$

ただし、

$r(t)$: 伝送路による包絡線変動

$\theta(t)$: 伝送路による位相変動

フレームシンボルにおける伝送路歪を測定する。

4) フレームシンボル以外 (情報が伝送されているシンボル) における伝送路歪は、フレームシンボルで測定された伝送路歪を基に推定する。

5) 4) で推定された伝送路歪を基に、受信信号の歪を補償する。

6) 更に、4) の情報を基に、データ判定のためのしきい値を計算する。

7) 5), 6) の結果を基に、送信されたシンボルを推定し、その信号を復号することによってデータを再生する。

(5) 作用

第2図に、多値直交変調方式の代表的例として、16QAMの信号空間ダイアグラム (複素ベースバンド信号の信号点を複素平面上に示したもの) を示す。16QAMは、第2図のように、複素平面上に等間隔に信号を配置する方式である。また、M値QAMにおいて1つのシンボルに含まれる情報量は $K = \log_2(M)$ ビットである。従って第2図の場合は、1つのシンボルに4ビットの情報が含まれている。

送信部の構成を第3図に示す。まず、データをシリアル/パラレル変換部(1)において、Kビットずつ区切った後、ベースバンド信号生成部(2)において対応する複素ベースバンド信号に変換する。

次に、フレーム同期挿入部(3)において伝送路歪測定用として、情報シンボルN個毎に1回フレームシンボル (既知) を挿入する。

フレームシンボルによって伝送路歪を測定する場合、推定精度を向上させるためには、フレームシンボルのS/Nを高くする必要がある。従ってフレームシンボルとしては、最大振幅を与える点 (第2図A, B, C, D) が適当である。以下では、フレームシンボルとしてA点 (3+j・3) を用いるものとする。

その後、送信フィルタ部(4)において帯域制限し、直交変調部(5)で変調し、増幅部(6)で電力増幅した後、アンテナ部(7)より送信する。

以上の操作を行った16QAMの送信信号 $x(t)$ は、次式のように記される。

受信部の構成を第4図に示す。

アンテナ部(11)において受信し、受信フィルタ部(12)において帯域外の雑音を除去した後、AGC部(13)において適正なレベルに増幅する。

AGC部(13)で増幅された後の受信信号 $y(t)$ は、次式のように記される。

とする。また、 $s_I(t)$ 、 $s_Q(t)$ は、受信フィルタ部(12)によって帯域制限された後のベースバンド波形である。

その後、同期検波部(14)で搬送波を再生すると共に、そ

れを用いて同期検波を行い、受信複素ベースバンド信号 $u(t)$ を得る。

ここで、搬送波再生においては、受信入力を中心周波数

$$\begin{aligned} u(t) &= u_I(t) + j \cdot u_Q(t) \\ &= r(t) \exp(j \cdot \theta(t)) (s_I(t) + j \cdot s_Q(t)) \\ &= C(t) (s_I(t) + j \cdot s_Q(t)) \quad (3) \end{aligned}$$

となる。ただし、 $c(t)$ は、伝送路による複素伝送路歪であり、

$$\begin{aligned} c(t) &= c_I(t) + j \cdot c_Q(t) \\ &= r(t) \exp(j \cdot \theta(t)) \quad (4) \end{aligned}$$

である。従って、 $u(t)$ には、送信シンボルと共に伝送路歪が含まれることになる。

この信号から、まずクロック再生部(15)においてクロックを再生する。なお、クロックは複素ベースバンド信号からの他、受信波の包絡線から得ることも可能である。次にフレーム検出部(16)においてフレームシンボルのタイミングを検出する。

フレームシンボルは、最大振幅を持つ信号点なので、 $u(t)$ には、周期的に最大振幅のものが含まれる。従ってそのタイミングを検出することにより、フレームシンボルのタイミングが検出できる。

伝送路歪推定部(17)では、フレームタイミングにおける受信ベースバンド信号から伝送路歪を推定する。その方法は次のとおりである。

まず、1番目のフレームシンボルの受信タイミングを、 $t_1 = 1(N+1)T_s$ とする。ここで、 T_s は、1シンボル長である。その時の受信複素ベースバンド信号 $u(t_1)$ は、(3)式より

$$\begin{aligned} u(t_1) &= u_I(t_1) + j \cdot u_Q(t_1) \\ &= (3 + j \cdot 3) c(t_1) \quad (5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \hat{c}(t) &= \frac{C_1 - 2C_2 + C_3}{2(N+1)^2 T_s^2} (t - 2(N+1)T_s)^2 \\ &\quad + \frac{C_3 - C_1}{2(N+1)T_s} (t - 2(N+1)T_s) + C_2 \quad (7) \end{aligned}$$

伝送路変動がシンボルレートに対して非常に遅いときには、フレームシンボルをまず平滑化し、 S/N を向上させた後内挿することも可能である。

その後、求められた伝送路歪の推定値

$$\hat{c}(t)$$

を、伝送路歪補償部(18)へ転送し、それを用いて $u(t)$ における伝送路歪を補償する。

なお、伝送路補償方法としては2通り考えられる。

1つは、

$$\hat{c}(t) = \hat{r}(t) \exp(j + \hat{\theta}(t)) \quad (8)$$

とする時、伝送路補償部(18)において

のみを再生し、伝送路による位相変動は再生しないものとする。従って、同期検波後の受信複素ベースバンド信号 $u(t)$ は、

となる。従って $t = t_1$ における $c(t)$ の推定値

$$\hat{c}(t_1)$$

は、

$$\hat{c}(t_1) = u(t_1) / (3 + j \cdot 3) \quad (6)$$

と求まる。

一方

$$\hat{c}(t_1)$$

は、 $c(t)$ を $(N+1)T_s$ (sec)間隔でサンプリングしたことに相当する。従って、フレームシンボルの挿入間隔 $((M+1)T_s)$ を $c(t)$ のナイキスト間隔以下に設定し、内挿法を用いることにより、情報シンボルにおける $c(t)$ の推定値を求めることができる。

内挿の方法としては、Newtonの公式、Gaussの公式等いくつかある。ここでは、例として、2次のGaussの補完公式を用いた方法を述べる。

$t = (N+1)T_s, 2(N+1)T_s, 3(N+1)T_s$ はフレームシンボルの受信タイミングとし、その時の伝送路歪を、 c_1, c_2, c_3 とする。また、フレームシンボルの挿入間隔は、 $c(t)$ の帯域で決まるナイキスト間隔より十分小さいとする。

その場合、 $2(N+1)T_s \leq t \leq 3(N+1)T_s$ における $c(t)$ は、以下のように2次関数で内挿することができる。

$$\hat{s}(t) = u(t) \exp(-j + \hat{\theta}(t)) / \hat{r}(t) \quad (9)$$

を計算することにより、包絡線と位相を共に補償し、データの判定しきい値を、 $0, \pm 2, \pm j \cdot 2$ とする方法である。

もう1つは、伝送路補償部(18)においては

$$\hat{s}(t) = u(t) \exp(-j + \hat{\theta}(t)) \quad (10)$$

を計算することにより位相のみを補償し、データの判定しきい値を、

$$0, \pm 2\hat{r}(t), \pm j + 2\hat{r}(t)$$

とする方法である。

その後、伝送路歪が補償されたベースバンド信号

$\hat{s}(t)$

及びしきい値情報を復号部(19)へ転送し、送信シンボルを再生し、そのシンボルに含まれるKビットの情報を再生する。この情報は、パラレル/シリアル変換部(20)でシリアル情報に変換し、再生データとして出力する。

(6) 発明の効果

本発明を用いると、従来困難とされてきた陸上移動通信へ多値直交変調を適用することが可能となり、周波数の利用効率が大きく向上する。

一方、本発明では、伝送路歪を測定するためにフレームシンボルを挿入しているため、従来の方式と比較して、

①情報シンボルへ割り当てられる電力が減少する。

②伝送帯域が $(N+1)/N$ 倍となる。

という点が問題となる。

従来は再生搬送波の位相の不確定性を補償するため、差動符号化が行われた。それに対して本発明では、フレームシンボルを用いているため、各信号点は絶対位相検波が可能である。従って、従来の方式より誤り率特性を改

善することが可能となる。この割合は、情報シンボルに割り当てられる電力の減少分より大きいので、①は問題ない。

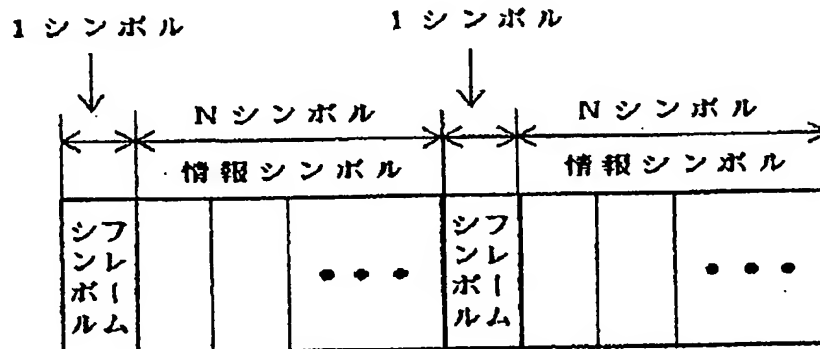
また、多値直交変調を用いることによる周波数の利用効率の向上度は、フレームシンボルを挿入することによる周波数の利用効率の低下度よりかに大きいので、②についても問題ない。

【図面の簡単な説明】

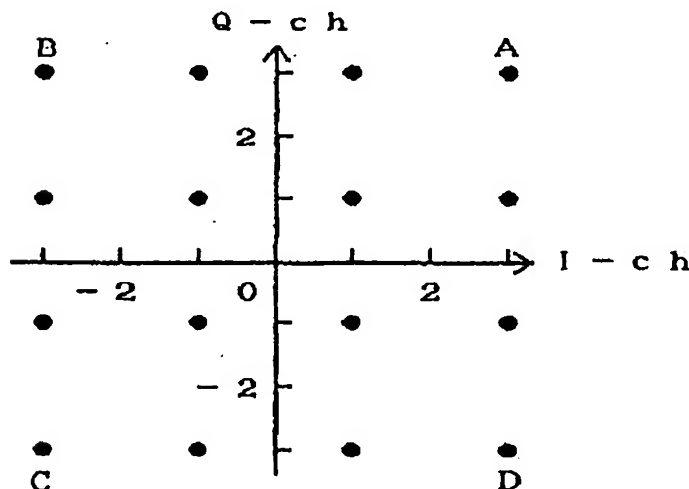
第1図はフレームシンボルを挿入した場合のフレーム構成図、第2図は、16QAMの信号空間ダイアグラム、第3図は送信部の構成図、第4図は受信部の構成図である。

1…シリアル/パラレル変換部、2…ベースバンド信号生成部、3…フレーム同期挿入部、4…送信フィルタ部、5…直交変調部、6…増幅部、7…アンテナ部、11…アンテナ部、12…受信フィルタ部、13…AGC部、14…同期検波部、15…クロック再生部、16…フレーム検出部、17…伝送路歪推定部、18…伝送路歪補償部、19…復号部、20…パラレル/シリアル変換部。

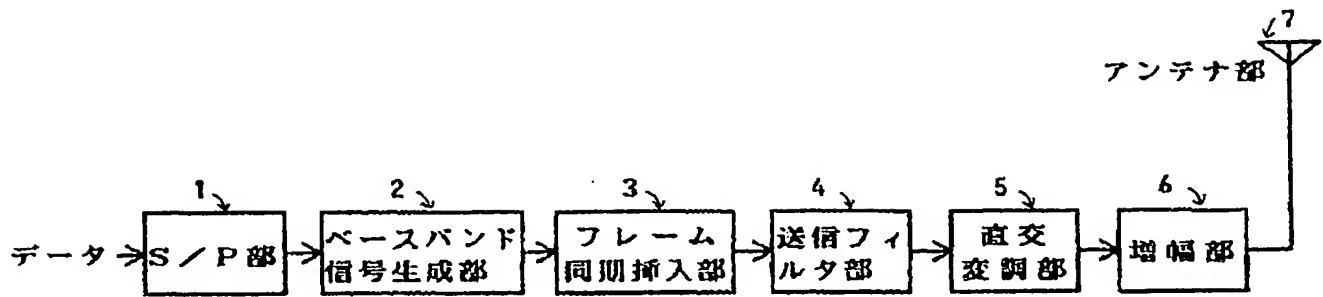
【第1図】



【第2図】



【第3図】



【第4図】

